

# **Pengaruh Curah Hujan Harian terhadap Ketersediaan Air pada Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Sungai Cisanggiri Kecamatan Cihurip Kabupaten Garut**

**Widia Prima Mulyana<sup>1</sup>, Sulwan Permana<sup>2</sup>, Ida Farida<sup>2</sup>**

Jurnal Hidrologi  
Sekolah Tinggi Teknologi Garut  
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia  
Email : [jurnal@sttgarut.ac.id](mailto:jurnal@sttgarut.ac.id)

<sup>1</sup>[widia.prima.88@gmail.com](mailto:widia.prima.88@gmail.com)

<sup>2</sup>[sulfluida@yahoo.co.id](mailto:sulfluida@yahoo.co.id)

<sup>3</sup>[krisbe2005@yahoo.com](mailto:krisbe2005@yahoo.com)

**Abstrak** - Hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan dan di dalam tanah untuk mendapat nilai aliran di sungai. Data-data yang diperlukan dalam perencanaan hidrologi adalah: curah hujan harian, luas daerah aliran sungai, serta perbedaan ketinggian antara wilayah satu dengan wilayah lainnya. Dari data-data tersebut akan diperoleh curah hujan harian rata-rata, curah hujan minimum, curah hujan maksimum, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemencengan, koefisien kurtosis, sebaran normal, sebaran gumbel, debit yang menggunakan rumus rasional, intensitas hujan, serta debit andalan. Selanjutnya dengan debit andalan tersebut kita dapat menghitung seberapa besar energi listrik yang berasal dari tenaga air. Energi listrik itu diperoleh dari perhitungan debit dikali dengan beda ketinggian yang akan dijadikan sebagai terjunan air dan dikalikan dengan gravitasi bumi. Hasil analisis itu adalah energi listrik kotor karena belum memasukkan efisiensi hidrolik yang berasal dari turbin, generator, serta transmisi mekanik. Dalam penelitian ini penulis tidak menghitung energi bersih yang dihasilkan oleh pembangkit karena hal itu diluar dari ruang lingkup teknik sipil yaitu hidrologi.

**Kata kunci** - hidrologi, debit, energi listrik

## **I. PENDAHULUAN**

Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) adalah sebuah alternatif energi yang terbarukan yang bisa menjadi pengganti dari sumber energi yang sudah ada. Energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit ini mampu memenuhi kebutuhan masyarakat walaupun dalam skala kecil. PLTM sudah mulai digunakan oleh Pemerintah khususnya untuk daerah yang masih jauh dari jangkauan listrik PLN. Dalam perencanaan PLTM diperlukan beberapa keilmuan yang dipadukan menjadi sebuah produk yang menghasilkan energi listrik. Diantara keilmuan tersebut terdapat pada keilmuan hidrologi atau ilmu yang mempelajari tentang air. Hidrologi sangat penting dalam perencanaan PLTM karena keilmuan ini yang akan memberikan analisis mengenai ketersediaan air yang sangat diperlukan untuk penggerak turbin untuk menghasilkan energi listrik.

Atas dasar itulah, penulis membuat penelitian tentang ketersediaan air pada pembangunan PLTM Sungai Cisanggiri. Dari analisis tersebut diharapkan dapat mengetahui besaran output berupa potensi debit andalan dan ketersediaan air dalam jangka waktu tertentu. Dengan output tersebut selanjutnya dijadikan acuan dalam energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit listrik Tenaga Minihidro (PLTM).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Analisis Hidrologi

Hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan dan di dalam tanah untuk mendapat nilai aliran disungai. Data-data yang diperlukan dalam perencanaan hidrologi adalah:

#### 2.1.1. Curah Hujan Harian

Metode yang dipakai dalam mencari curah hujan harian adalah Metode Rata-rata Aljabar. Curah hujan didapatkan dengan mengambil rata-rata hitung (*arithematic mean*) dari penakar hujan areal tersebut dibagi dengan jumlah stasiun pegamatan (Sosrodarsono dan Takeda, 1976).

$$P = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots Pn}{Pn}$$

Dimana:

- P = Tinggi curah hujan rata – rata ( mm )  
 P1, P2, P3, Pn = Tinggi curah hujan pada stasiun penakar 1,2,...n (mm)  
 n = Banyaknya stasiun penakar

#### 2.1.2. Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata

Metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan hujan maksimum harian rata-rata adalah sebagai berikut:

- 1) Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu di salah satu pos hujan.
- 2) Cari besarnya curah hujan pada tanggal-bulan-tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.
- 3) Tentukan hujan maksimum harian (seperti langkah 1) pada tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.
- 4) Ulangi langkah 2 dan 3 setiap tahun.

Dari hasil rata-rata yang diperoleh (sesuai dengan jumlah pos hujan) dipilih yang tertinggi setiap tahun. Data hujan yang terpilih setiap tahun merupakan hujan maksimum harian DAS untuk tahun yang bersangkutan (*Suripin, 2004*).

#### 2.1.3. Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (X), standar deviasi (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs) dan koefisien *kurtosis* (Ck). Perhitungan parameter tersebut didasarkan pada data catatan tinggi hujan harian rata-rata maksimum 17 tahun terakhir.

- 1) Curah Hujan Rata-rata (x)

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n X}{n}$$

Dimana :

- x = nilai rata-rata curah hujan  
 X = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i  
 n = jumlah data curah hujan

- 2) Standar deviasi

Ukuran sebaran yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai Sd akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka nilai Sd akan kecil. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (*Soewarno, 1995*):

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X-x)^2}{n-1}}$$

- 3) Koefisien variasi

Koefisien variasi (*coefficient of variation*) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata dari suatu sebaran. Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$Cv = \frac{Sd}{x}$$

#### 4) Koefisien kemencengan

Koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X - x)^3$$

#### 5) Koefisien Kurtosis

Koefisien *kurtosis* biasanya digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi, dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Ck = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^4} \sum_{i=1}^n (X - x)^4$$

### 2.1.4. Jenis Sebaran

Sebaran yang dikaji meliputi analisa distribusi Normal dan *Gumbel*.

#### 1) Sebaran Normal

Perhitungan curah hujan rencana distribusi normal dapat dihitung dengan rumus:

$$X_{tr} = x + k.Sd$$

Dimana :

$X_{tr}$  = curah hujan rencana

$k$  = faktor frekuensi, dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Penentuan Nilai  $k$  pada Sebaran Normal

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	$k$
1,001	0,999	-3,05
1,110	0,990	-1,28
2,000	0,500	0,00
2,500	0,400	0,25
3,330	0,300	0,52
4,000	0,250	0,67
5,000	0,200	0,84

(Sumber: Soewarno, 1995)

#### 2) Sebaran *Gumbel*

Digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode sebaran *Gumbel* digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut (CD.Soemarto, 1999):

$$X_{tr} = X + \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \times Sd$$

Dimana :

$X_{tr}$  = nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun.

$Y_t$  = nilai reduksi variat ( reduced variate ) dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun

$Y_n$  = nilai rata-rata dari reduksi variat (reduce mean) nilainya tergantung dari jumlah data, dapat dilihat pada Tabel 2.2

$S_n$  = deviasi standar dari reduksi variat (reduced standart deviation) nilainya tergantung dari jumlah data, dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Hubungan  $Y_n$  dan  $S_n$  dengan Jumlah Data ( $n$ )

$n$	$Y_n$	$S_n$
10	0,4952	0,9496
11	0,4996	0,9676
12	0,5035	0,9833

(Sumber: Soewarno, 1995)

### 2.1.5. Debit Banjir Rencana

#### 1) Rumus Rasional

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1973). Metode ini sangat sederhana dan mudah penggunaannya, namun pemakaiannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha (Goldman et al., 1986). Metode rasional dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh DAS selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi ( $t_c$ ) DAS.

Jika hujan yang terjadi lamanya kurang dari  $t_c$  maka debit puncak yang terjadi lebih kecil dari  $Q_p$ , karena seluruh DAS tidak dapat memberikan kontribusi aliran secara bersama pada titik kontrol (outlet). Sebaliknya jika hujan yang terjadi lebih lama dari  $t_c$ , maka debit puncak aliran permukaan akan tetap sama dengan  $Q_p$ .

Rumus yang dipakai:

$$Q = 1/3,66 CIA$$

$Q$  = Debit Banjir Maksimum ( $m^3/dt$ )

$C$  = Koefisien aliran

$I$  = Intensitas hujan maksimum selama waktu yang sama dengan lama waktu konsentrasi ( $mm/dt$ )

$A$  = Luas daerah aliran sungai ( $km^2$ )

Rumus rasional tersebut dapat diartikan bahwa jika terjadi hujan selama 1 jam dengan intensitas hujan 1 mm/jam pada daerah aliran sungai seluas 1  $km^2$  dengan asumsi koefisien aliran = 1, maka debit banjir yang terjadi sebesar  $1/3,6 = 0,2778 m^3/dt$ .

Tabel 2.3. Angka koefisien Aliran untuk Daerah Aliran Sungai ( $C$ )

Kondisi Daerah Aliran Sungai	Angka ( $C$ )
Pegunungan Curam	0,75-0,90
Pegunungan Tersier	0,70-0,80
Tanah Bergelombang dan Hutan	0,50-0,75
Daerah Pertanian	0,45-0,60
Pesawahan yang diairi	0,70-0,80
Sungai di Pegunungan	0,75-0,85
Sungai di Dataran	0,45-0,75
Sungai Besar yang Sebagian Alirannya di Dataran Rendah	0,50-0,75

(Sumber: Nugroho, 2011)

#### 2) Intensitas Hujan

Intensitas Hujan adalah intensitas curah hujan rata-rata selama waktu banjir tiba.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$I$  = Intensitas Hujan Maksimum ( $mm/jam$ )

$t_c$  = Waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir ( $jam$ )

$R_{24}$  = Curah Hujan Harian / hujan selama 24 jam

#### 3) Waktu Kosentrasi ( $t_c$ )

Waktu Konsentrasi ( $t_c$ ) dapat juga disebut waktu banjir tiba. Waktu konsentrasi merupakan elemen yang penting dalam perhitungan debit banjir terutama dalam penggunaan rumus rasional, yang perhitungan debit banjirnya dihitung berdasarkan intensitas hujan rata-rata selama waktu tiba banjir.

Persamaan Kirpich

$$t_c = 0,01947 L^{0,77} S^{-0,385}$$

$t_c$  = Waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir (jam)

$L$  = Panjang Perjalanan Air (m)

$S$  = Kemiringan daerah aliran Sungai =  $\frac{\Delta H}{L}$

$\Delta H$  = Beda tinggi antara titik terjauh pada daerah aliran sungai dan outlet (m)

#### 4) Debit Andalan

Debit andalan adalah rangkaian debit bulanan yang diperoleh melalui perhitungan dengan metode tertentu untuk beberapa tahun pengamatan dan mempertimbangkan keadaan alam alur sungai. Perhitungan debit ini adalah menentukan jumlah air yang dapat disediakan untuk memenuhi kebutuhan operasional PLTM. Metode salah satunya dengan cara Metode Rangkang.

Metode rangking dilakukan dengan data pencatatan debitseri jangka panjang, selanjutnya data tersebut disusun mulai dari urutan data debit terkecil sampai ke besar. Setelah itu dapat diprosentasikan debit andalannya. Untuk PLTM ditetapkan debit tersedia 80% dengan rumusnya:

$$M = 0,2 \times N$$

$M$  = rangking debit andalan yang diharapkan

$N$  = jumlah tahun data pengamatan debit

## 2.2. Energi Listrik Pada PLTM

Aliran air menghasilkan energi yang dapat dijadikan listrik. Ini disebut dengan hydropower (Pembangkit Listrik Tenaga Air). Hydropower saat ini merupakan sumber terbesar dari energi terbarukan. Salah satu *hydropower* adalah Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM). Penghitungan potensi daya dilakukan dengan berdasarkan *net-head* dan debit andalan. Potensi daya air (hidrolik) dapat dinyatakan sebagai:

$$P_g = g \times Q \times h_g$$

$P_g$  = potensi daya (kW)

$Q$  = debit aliran air ( $m^3/dtk$ )

$h_g$  = head (tinggi terjun) kotor (m)

$g$  = konstanta gravitasi ( $9,81 m/dt^2$ )

## III. METODOLOGI

### 3.1. Persiapan

Persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap persiapan disusun hal-hal yang harus dilakukan dengan tujuan untuk efektifitas waktu dan pekerjaan penulisan Tugas Akhir. Tahap persiapan ini meliputi :

- 1) Studi pustaka tentang materi Tugas Akhir untuk menentukan garis besar proses perencanaan.
- 2) Menentukan kebutuhan data.
- 3) Mendata instansi yang dapat dijadikan nara sumber.
- 4) Pengadaan persyaratan administrasi untuk pencarian data.
- 5) Pembuatan proposal Tugas Akhir
- 6) Survei lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan, serta data-data yang diperlukan.

## 7) Penulisan Tugas Akhir

### 3.2. Metode Pengumpulan Data

Untuk dapat melakukan analisis yang baik, diperlukan data/ informasi, serta teori konsep dasar, sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan. Adapun metode pengumpulan data dilakukan dengan cara:

- 1) Metode literatur, yaitu suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.
- 2) Metode observasi, yaitu metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan cara melakukan survey langsung ke lokasi. Hal ini sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi lokasi yang sebenarnya, beserta lingkungan sekitarnya serta untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan.

### 3.3. Teknik Analisis Data

Dari data yang telah terkumpul dilakukan analisis sesuai identifikasi permasalahannya, sehingga didapat penganalisisan dan pemecahan yang efektif dan terarah. Analisis data ini meliputi:

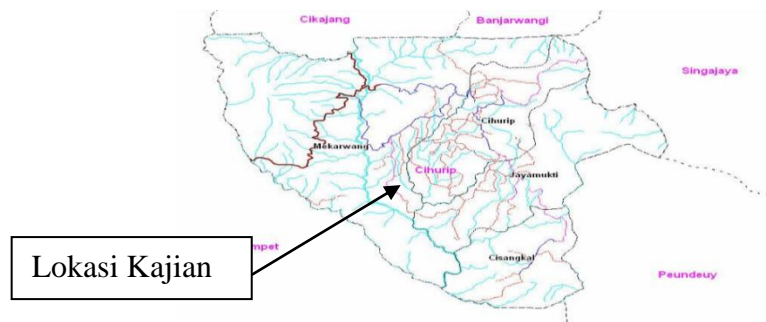
- 1) Curah Hujan Harian
  - a) Mencari data di Dinas Sumber Daya Air dan Pertambangan Kabupaten Garut
- 2) Parameter Statistik
  - a) Analisis  $\bar{x}$ ,
  - b) Analisis  $C_v$ ,
  - c) Analisis *Skewness*,
  - d) Analisis Keruncingan,
- 3) Sebaran Normal dan Gumbel
  - a) Analisis  $\bar{X}_{tr}$ ,
  - b) Analisis  $\bar{x}$ ,
  - c) Analisis  $k$ ,
  - d) Analisis  $S$ ,
  - e) Analisis  $Y_t$ ,
  - f) Analisis  $S_n$ ,
  - g) Analisis  $Y_n$ ,
- 4) Metode Rasional
  - a) Analisis  $Q$ ,
  - b) Analisis  $C$ ,
  - c) Analisis  $I$ ,
  - d) Analisis  $A$ ,
  - e) Analisis  $t_c$ ,
- 5) Penentuan Debit Andalan
  - a) Analisis  $M$ ,
  - b) Analisis Nilai Debit Andalan,

Setelah analisis hidrologi selesai kemudian memasukan data Debit Andalan pada perhitungan PLTM. Maka akan didapat nilai energi listrik yang dikeluarkan oleh PLTM.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Peta Lokasi Kajian

Lokasi kajian berada pada sungai Cisanggiri yang terletak pada koordinat  $7^0 34' 48,07''$  LS -  $107^0 50' 33,71''$  BT di Desa Mekarwangi Kecamatan Cihurip Kabupaten Garut. Dari Pusat Kota Garut perjalanan ditempuh dalam waktu 3 jam menggunakan kendaraan bermotor. Dari Pusat Kota Garut melalui jalan Provinsi menuju ke arah Pameungpeuk dengan jarak  $\pm 50$  km, kemudian belok kiri menuju Kecamatan Cihurip, dengan jarak tempuh dengan jarak  $\pm 16$  km.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Studi (Sumber: Profil Kecamatan Cikurip)

## 4.2. Analisis Hidrologi

### 4.2.1. Parameter Statistik

Tabel 4.1 Curah Hujan Harian

Kejadian			Pos Cikajang	Pos Cikurip	Hujan Harian Rata-rata	Hujan Maks Harian Rata-rata
Tahun	Bulan	Tanggal				
2001	2	11	194,6	187,1	190,9	190,9
2002	1	2	49,9	50,1	50,0	50,0
2003	3	17	156,6	138,2	147,4	147,4
2004	10	28	92,8	73,0	82,9	92,3
2004	3	25	91,5	93,1	92,3	92,3
2005	4	23	118,8	120,3	119,6	119,6
2006	6	4	108,0	89,8	98,9	103,1
2006	4	29	106,7	99,5	103,1	103,1
2007	5	3	133,7	122,0	127,8	127,8
2008	12	25	98,6	89,2	93,9	93,9
2009	2	11	162,0	187,2	174,6	174,6
2010	11	28	60,8	60,1	60,4	60,4
2010	1	23	59,4	60,2	59,8	60,4

(Sumber: Dinas SDAP Kabupaten Garut)

Tabel 4.2 Analisis Curah Hujan Harian

Kejadian			Hujan Maks Harian Rata-rata (x)	(x-Xrt)	(x-Xrt) <sup>2</sup>	(x-Xrt) <sup>3</sup>	(x-Xrt) <sup>4</sup>
Tahun	Bulan	Tanggal					
2001	2	11	190,9	82,0	6715,8	550360,0	45102003,2
2002	1	2	50,0	-58,9	3471,3	-204523,5	12050109,7
2003	3	17	147,4	38,5	1482,3	57066,6	2197065,1
2004	10	28	92,3	-16,6	275,6	-4575,4	75956,7
2004	3	25	92,3	-16,6	275,6	-4575,4	75956,7
2005	4	23	119,6	10,7	113,4	1207,9	12864,7
2006	6	4	103,1	-5,8	33,9	-197,6	1151,3
2006	4	29	103,1	-5,8	33,9	-197,6	1151,3
2007	5	3	127,8	18,9	358,2	6778,1	128275,5
2008	12	25	93,9	-15,0	225,8	-3391,9	50963,3
2009	2	11	174,6	65,7	4316,5	283593,4	18632085,9
2010	11	28	60,4	-48,5	2349,8	-113907,8	5521680,5
2010	1	23	60,4	-48,5	2349,8	-113907,8	5521680,5
Hujan Rata-rata Xtr			108,9				
Jumlah			1415,7	0,0	22001,9	453729,1	89370944,3

Berdasarkan data diatas dapat dihitung parameter statistik sebagai berikut:

$$- \text{Curah Hujan Rata-rata (x)} = \frac{\sum_{i=1}^n X}{n} = \frac{1415,7}{13} = 108,9 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S) =  $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X-x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{22001,9}{12}} = \sqrt{\frac{22001,9}{12}} = 42,82 \text{ mm}$
- Koefisien Variasi (Cv) =  $\frac{S}{x} = \frac{42,82}{108,9} = 0,39$
- Koefisien kemencengan =  $\frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X-x)^3 = 0,57$
- Koefisien *Kortusis* (Keruncingan) =  $\frac{n}{(n-1)(n-2)S^4} \sum_{i=1}^n (X-x)^4 = 2,62$

#### 4.2.2. Sebaran Normal

Aplikasi perhitungan hujan rencana dengan sebaran normal

$$X_{tr} = x + k.S$$

Tabel 4.3 Analisis  $X_{tr}$

Periode Ulang T (tahun)	X	k	S	$X_{tr}$
1,001	108,9	-3,05	42,82	-21,70
1,11	108,9	-1,28	42,82	54,09
2	108,9	0	42,82	108,90
2,5	108,9	0,25	42,82	119,61
3,33	108,9	0,52	42,82	131,17
4	108,9	0,67	42,82	137,59
5	108,9	0,84	42,82	144,87

#### 4.2.3. Sebaran Gumbel

Perhitungan tersebut menggunakan rumus:

$$X_{tr} = x + k.S$$

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$Y_t = -\ln(-\ln(\frac{(Tr-1)}{Tr}))$$

$$S_n = \text{lihat Tabel 2.2} \quad Y_n = \text{lihat Tabel 2.2}$$

Tabel 4.4 Nilai k

Periode Ulang T (tahun)	$Y_t$	$S_n$ (n=10)	$Y_n$ (n=10)	k
1,001	-1,93	0,9496	0,4952	-2,5539
1,11	-0,87	0,9496	0,4952	-1,4377
2	0,3665	0,9496	0,4952	-0,1355
2,5	0,6717	0,9496	0,4952	0,1859
3,33	1,0297	0,9496	0,4952	0,5629
4	1,2459	0,9496	0,4952	0,7905
5	1,4999	0,9496	0,4952	1,0580



Tabel 4.5 Nilai Xtr

x	K	S	Xtr
108,9	-2,5539	42,82	-0,459
108,9	-1,4377	42,82	47,339
108,9	-0,1355	42,82	103,097
108,9	0,1859	42,82	116,859
108,9	0,5629	42,82	133,002
108,9	0,7905	42,82	142,751

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Sebaran Normal dengan Gumbel

Periode Ulang T (tahun)	Kemungkinan Terjadi (%)	Normal	Gumbel
1,001	99,9	-21,70	-0,459
1,11	90,1	54,09	47,339
2	50,0	108,90	103,097
2,5	40,0	119,61	116,859
3,33	30,0	131,17	133,002
4	25,0	137,59	142,751
5	20,0	144,87	154,205

#### 4.2.4. Metode Rasional

Perhitungan tersebut menggunakan rumus:

$$Q = \frac{C.I.A}{3,6}$$

Q = Debit Banjir Maksimum (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien Aliran

I = Intensitas Hujan Maksimum (mm/jam)

A = Luas Daerah Aliran Sungai (km<sup>2</sup>)

Tabel 4.7 Angka C pada kondisi Daerah Aliran Sungai

Kondisi Daerah Aliran Sungai	Angka (C)
Sungai di Pegunungan	0,75-0,85

(Sumber: Soewarno, 1995)

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{2/3}$$

$$tc = 0,01947 L^{0,77} S^{-0,385}$$

$$L = 15,6 \text{ km} = 15.600 \text{ m}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} = \frac{979-186}{15.600} = 0,051$$

$$tc = 0,01947 L^{0,77} S^{-0,385}$$

$$= 0,01947 \times 15.600^{0,77} \times 0,051^{-0,385}$$

$$= 0,01947 \times 1693,19 \times 3,14 = 103,51 \text{ jam}$$

Tabel 4.8 Nilai Sebaran Normal dengan Gumbel efektif

Periode Ulang T (tahun)	Kemungkinan Terjadi (%)	Normal	Gumbel
3,33	30,0	131,17	133,002

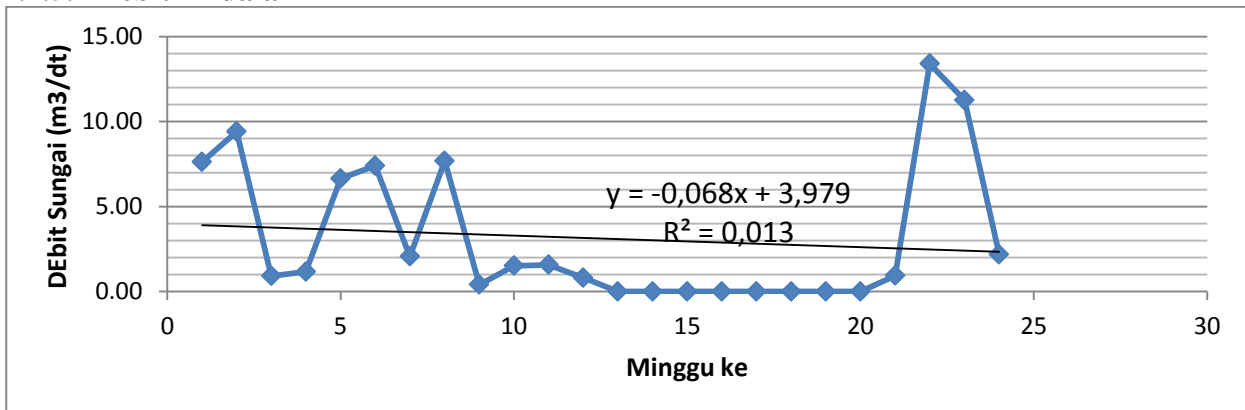
Tabel 4.9 Analisis Intensitas Hujan

Sebaran	Periode Ulang T (tahun)	Xtr	tc	I (m/jam)
Normal	3,33	131,170	103,51	2,063
Gumbel	3,33	133,992	103,51	2,107

Tabel 4.10 Analisis Debit

Sebaran	C	I (mm/jam)	A (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /dt)
Normal	0,7	2,063	38	15,241
Gumbel	0,7	2,107	38	15,569

#### 4.2.5. Debit Andalan



Gambar 4.2 Grafik Debit Andalan

#### 4.3. Analisis Energi Listrik pada PLTM

Penghitungan potensi daya dilakukan dengan berdasarkan *net-head* dan debit andalan. Potensi daya air (*hidrolik*) dapat dinyatakan sebagai:

$$Pg = g \times Q \times hg$$

Dimana:

Pg = potensi daya (kW)

Q = debit aliran air (m<sup>3</sup>/dt)

hg = head (tinggi terjun) kotor (m)

g = konstanta gravitasi (9,81 m/dt<sup>2</sup>)

Direncanakan ketinggian pada intake adalah 186 m dpl dan ketinggian *power house* adalah 120 m dpl. Sehingga *head gross* (hg) adalah 186 – 120 = 66 m. Sehingga analisis energi listrik yang dapat dihasilkan adalah:

Tabel 4.11 Analisis Energi Listrik

Bulan	Minggu Ke-	Q (m <sup>3</sup> /dt)	Hg (m)	g (m/dt <sup>2</sup> )	Pg (kW)
Januari	I	7,63	66	9,81	4940,659
	II	9,41	66	9,81	6091,688
Pebruari	I	0,92	66	9,81	595,7029
	II	1,17	66	9,81	758,4531
Maret	I	6,65	66	9,81	4305,913
	II	7,40	66	9,81	4792,418
April	I	2,07	66	9,81	1339,362
	II	7,68	66	9,81	4972,493
Mei	I	0,40	66	9,81	261,1422
	II	1,52	66	9,81	981,0158
Juni	I	1,58	66	9,81	1019,75
	II	0,82	66	9,81	528,2195
Juli	I	0,00	66	9,81	0

	II	0,00	66	9,81	0
Agustus	I	0,00	66	9,81	0
	II	0,00	66	9,81	0
September	I	0,00	66	9,81	0
	II	0,00	66	9,81	0
Oktober	I	0,00	66	9,81	0
	II	0,00	66	9,81	0
November	I	0,93	66	9,81	604,8356
	II	13,40	66	9,81	8675,457
Desember	I	11,26	66	9,81	7292,558
	II	2,19	66	9,81	1416,679

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perhitungan secara analisis, maka penulis membuat kesimpulan:

- 1) Debit andalan yang berasal dari analisis curah hujan selama 10 tahun dari 2 stasiun pengamatan adalah acuan dalam analisis energi listrik yang dihasilkan dari PLTM.
- 2) Energi listrik yang dihasilkan PLTM hanya efektif selama 8 bulan karena ada 4 bulan yang tidak menghasilkan energi listrik.

### 5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah penulis ulas di atas, maka penulis mempunyai saran pada pihak-pihak yang terlibat dalam proyek, yaitu:

- 1) Dalam perencanaan PLTM, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan diantaranya adalah curah hujan yang harus jelas dan benar.
- 2) Analisis Energi Listrik yang berasal dari PLTM harus lebih jelas karena pada pembangunan akan memerlukan biaya yang cukup besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soemarto,CD, (1995), *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga: Jakarta.
- [2] Sri Harto, BR, (1981), *Mengenal Dasar Hidrologi Terapan*, Biro Penerbit Mahasiswa Teknik Sipil UGM: Yogyakarta.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2011, *Manual Hidrologi Teknik*.
- [4] Hadisusanto, Nugroho (2010), *Aplikasi Hidrologi*, Jogja Media Utama: Malang.